



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103325555 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201310299281. 0

(22) 申请日 2013. 07. 16

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 颜国正 刘刚 王志武 姜萍萍

徐文铭 朱柄全

(74) 专利代理机构 上海交达专利事务所 31201

代理人 王毓理 王锡麟

技术研究.《中国博士学位论文全文数据库工程科技 II 辑》.2010,(第 10 期),第 83 页第 3 段-第 84 页第 3 段、附图 5-9 和附图 5-7.

辛文辉,颜国正,王文兴.一种为胶囊内窥镜供能的无线能量传输系统.《生物医学工程学杂志》.2010,第 27 卷(第 3 期),第 490 页-第 494 页.

审查员 席英

(51) Int. Cl.

H01F 38/14(2006. 01)

H02J 17/00(2006. 01)

A61B 1/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2007-330404 A, 2007. 12. 27, 全文.

WO 2012/118112 A1, 2012. 09. 07, 全文.

CN 102593964 A, 2012. 07. 18, 全文.

CN 101305934 A, 2008. 11. 19, 全文.

CN 102201703 A, 2011. 09. 28, 全文.

辛文辉. 人体消化道微型诊查装置无线供能

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

无线供能的接收线圈

(57) 摘要

一种内窥镜技术领域的无线供能的接收线圈,包括:用作磁芯的空心柱状磁环、绕制于空心柱状磁环上的三维线圈,其中:三维线圈包括若干根励磁线,每根励磁线的绕制起始点于空心柱状磁环的端面圆周上分别相隔 120° ,使得三维线圈接收三个维度的能量,每根励磁线于空心柱状磁环上的绕制形状为椭圆曲线形状。本发明的圆柱磁芯采用空心柱状磁环,可以将胶囊的电路板均置于空心磁芯中,从而有效的缩短视频图像胶囊内窥镜的长度。



1. 一种无线供能的接收线圈,其特征在于,包括:用作磁芯的空心柱状磁环、绕制于空心柱状磁环上的三维线圈,其中:三维线圈包括若干根励磁线,每根励磁线的绕制起始点于空心柱状磁环的端面圆周上分别相隔 120° ,使得三维线圈接收三个维度的能量,每根励磁线于空心柱状磁环上的绕制形状为椭圆曲线形状;

所述的空心柱状磁环的轴向长度 H 为:

$$H = \frac{3 \cdot R \cdot N}{\sum_{i=0}^{N-1} \cos\left(\frac{120^\circ}{N} \cdot i - 30^\circ\right)}, \text{ 其中: } R \text{ 表示空心柱状磁环的外圆周半径, } N \text{ 表示三维线圈每一维绕制的匝数;}$$

所述的三维线圈每一维绕制的匝数 $N = (1/3) \cdot L / l$, $L = 2 \pi R$, L 表示空心柱状磁环的外圆周周长, l 表示固定步距, $l = 2 \times d$, $d = k \cdot a$, 其中: d 为单匝励磁线的直径, k 为励磁线的股数, a 为励磁线的单股直径。

2. 根据权利要求 1 所述的接收线圈,其特征是,所述的椭圆曲线形状的绕制方式具体是:单根励磁线从空心柱状磁环的端面上的一点引入,绕过一个椭圆曲线回到起点,该椭圆曲线的两端分别位于空心柱状磁环的两个端面上,两个端点的连线为圆柱的斜对角线,之后每次绕制均沿着空心柱状磁环的端面圆周方向转动一个固定步距 l ,重复绕制,直至励磁线起始点沿着空心柱状磁环的端面圆周方向绕一周,完成一层线圈的绕制,重复绕制形成若干层线圈。

3. 一种用于内窥镜系统的体内接收装置,包括:产生感应交流电的 LC 谐振回路、将感应交流电转换成直流电能的整流电路以及用于直流电能的滤波、调整、稳压的稳压电路,其中:LC 谐振回路包括权利要求 1 或 2 所述的接收线圈。

无线供能的接收线圈

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种内窥镜技术领域的装置,具体是一种无线供能的接收线圈。

背景技术

[0002] 人们生活节奏的加快与饮食结构的改变,导致消化道疾病的发病率日趋升高,据统计,消化系统疾病总发病率占人口的 30%,各大医院门诊病人中有 1/2 是消化系统的疾病,其中须急诊入院治疗者约占急诊入院病人的 25%;在世界范围内,因消化系统疾病死亡的人数,占总死亡人数的 14%。内窥镜检查是目前临床上常用的有效方法,在消化道疾病的诊断中起着极为重要的作用。传统的内窥镜通过引导插管进入体内,检查时会造成病人不适、痛苦,甚至会有造成消化道穿孔的危险,而且内镜检查的部位受到限制,无法实现对小肠部分的检查。

[0003] 近年来,随着电子技术的迅速发展,各种集成电路的尺寸及能量消耗大大减少,使得微型无线内窥镜的出现成为可能。它将内窥镜系统做成类似于口服胶囊的形状,患者吞服后,图像胶囊内窥镜不断采集患者胃肠道的图像信息,同时经过无线传输的方式将采集到的图像或者视频信息实时传输至体外监视接收装置,以便于医生更好的诊断可能出现的疾病。但是限于胶囊的体积电池必须非常小,造成电池容量不足,因此胶囊最多只能工作 6~8 小时,每秒只能拍摄几帧图像。无线供能是现阶段能量供给的研究热点,采用无线能量传输的方式给胶囊内窥镜供电解决了胶囊内窥镜工作时间短的问题,可以使胶囊内窥镜对人体消化道进行全面的检查。

[0004] 经过对现有技术的检索发现,中国专利文献号 CN102593964,公开日 2012-07-18,记载了一种具有方向适应性的磁耦合谐振式无线供电方法及装置,该技术利用能量发射线圈在高频功率信号激励下产生交变磁场,与所述发射线圈对应设置由三个在 x、y、z 轴方向上构成三维正交结构的接收线圈组成的能量接收单元,使所述能量接收单元中的接收线圈分别保持与所述发射线圈具有相同的谐振频率并产生磁耦合谐振,通过电压处理电路将所述三个接收线圈获取的交流电压转化为满足负载要求的直流电压。但该技术由 X、Y、Z 轴方向上构成的三维正交结构接收线圈导致了负载该线圈的装置尺寸较大;而由于无线供能常用于医疗器械上,例如:视频图像胶囊,三维线圈的尺寸较大,限制了胶囊的尺寸进一步做小,也极大地影响了临床应用效果。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提供一种无线供能的接收线圈,解决接收线圈长度和直径尺寸的问题。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0007] 本发明涉及一种无线供能的接收线圈,包括:用作磁芯的空心柱状磁环、绕制于空心柱状磁环上的三维线圈,其中:三维线圈包括若干根励磁线,每根励磁线的绕制起始点于空心柱状磁环的端面圆周上分别相隔 120°,使得三维线圈接收三个维度的能量,每根励磁

线于空心柱状磁环上的绕制形状为椭圆曲线形状。

[0008] 所述的椭圆曲线形状的绕制方式具体是：单根励磁线从空心柱状磁环的端面上的一点引入，绕过一个椭圆曲线回到起点，该椭圆曲线的两端分别位于空心柱状磁环的两个端面上，之后每次绕制均沿着空心柱状磁环的端面圆周方向转动一个固定步距 1，重复绕制，直至励磁线起始点沿着空心柱状磁环的端面圆周方向绕一周，完成一层线圈的绕制，重复绕制形成若干层线圈。

[0009] 所述的固定步距 $l=2 \times d$, $d=k \times a$, 其中： d 为单匝励磁线的直径， k 为励磁线的股数， a 为励磁线的单股直径。

[0010] 所述的空心柱状磁环的轴向长度 H 为：

$$[0011] \quad H = \frac{3 \cdot R \cdot N}{\sum_{i=0}^{N-1} \cos\left(\frac{120^\circ}{N} \cdot i - 30^\circ\right)}, \text{ 其中：} R \text{ 表示空心柱状磁环的外圆周半径，} N \text{ 表示三维线圈每一维绕制的匝数。}$$

圈每一维绕制的匝数。

[0012] 所述的三维线圈每一维绕制的匝数 $N=(1/3) \cdot L/1$, $L=2 \pi R$, L 表示空心柱状磁环的外圆周周长， 1 表示固定步距。

[0013] 本发明涉及一种用于内窥镜系统的体内接收装置，包括：产生感应交流电的 LC 谐振回路、将感应交流电转换成直流电能的整流电路以及用于直流电能的滤波、调整、稳压的稳压电路，其中：LC 谐振回路包括上述无线供能的接收线圈。

[0014] 所述的整流电路和稳压电路均为常规电路。

[0015] 本发明的圆柱磁芯采用空心柱状磁环，可以将胶囊的电路板均置于空心磁芯中，从而有效的缩短视频图像胶囊内窥镜的长度。

[0016] 本发明的三维线圈在空心柱状磁环的端面的投影就是一个圆，在空心柱状磁环的轴向平面上投影是一个椭圆，而且不同的椭圆在侧面的投影椭圆的短半轴的大小不同，是一个渐变的过程，由最大时的长半轴为 $H/2$ ，短半轴为 R 的椭圆，逐渐变化到最小时长半轴为 $H/2$ ，短半轴趋近为 0。

附图说明

[0017] 图 1 为接收线圈的结构立体图；

[0018] 图 2 为接收线圈总有效励磁面积最小时的原理图；

[0019] 图 3 为接收线圈总有效励磁面积最大时的原理图；

[0020] 图 4 为体内接收装置的电路图。

具体实施方式

[0021] 下面对本发明的实施例作详细说明，本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0022] 实施例 1

[0023] 为了让平行于磁环轴向和磁场方向垂直于磁环轴向时的接收能量大小均匀，因此确定了磁环外径，就可根据计算公式得到 H 的值。

[0024]

$$H = \frac{3\pi R^2 * N}{\pi R * \sum_{i=0}^{N-1} \cos(\frac{120^\circ}{N} * i - 30^\circ)} = \frac{3R * N}{\sum_{i=0}^{N-1} \cos(\frac{120^\circ}{N} * i - 30^\circ)}$$

[0025] 本实施例为无线供能的接收线圈,包括:用作磁芯的空心柱状磁环 1、绕制于空心柱状磁环 1 上的三维线圈 2,其中:三维线圈 2 包括若干根励磁线,每根励磁线的绕制起始点于空心柱状磁环 1 的端面圆周上分别相隔 120° ,使得三维线圈 2 接收三个维度的能量,每根励磁线于空心柱状磁环 1 上的绕制形状为椭圆曲线形状。

[0026] 如图 1 所示,所述的椭圆曲线形状的绕制方式具体是:单根励磁线从空心柱状磁环 1 的端面上的一点引入,绕过一个椭圆曲线回到起点,该椭圆曲线的两端分别位于空心柱状磁环 1 的两个端面上,两个端点的连线正好是圆柱的斜对角线,之后每次绕制均沿着空心柱状磁环 1 的端面圆周方向转动一个固定步距 1,重复绕制,直至励磁线起始点沿着空心柱状磁环 1 的端面圆周方向绕完 $1/3$ 周,第二根线接着 $1/3$ 周结束后的位置继续按上述方式绕到 $2/3$ 圈结束的位置,第三根线接着 $2/3$ 圈的结束位置继续绕制完成第一层线圈的绕制。再接着第二层线圈,又由第一根线继续绕起,重复上述过程,直至线圈绕制完毕。

[0027] 本实施例采用奇数根线来绕制,取三根励磁线,每根线的起始绕制角相差 120° ,分别按顺序绕制一层后再按顺序绕制第二层直到能满足能量要求。

[0028] 所述的固定步距 $l=2 \times d$, $d=k \times a$,其中: d 为单匝励磁线的直径, k 为励磁线的股数, a 为励磁线的单股直径,考虑实际线圈绕制过程中的交叠和角度因素,可使用固定步距 $l=2 \times d + \Delta$, Δ 为线圈绕制过程中线圈交叠和角度因素产生的随机误差,理想情况下为 0。

[0029] 为了使磁场方向平行于磁环轴向和磁场方向垂直于磁环轴向时的接收能量大小均匀,在磁环外径确定的情况下,所述的空心柱状磁环 1 的轴向长度 H ,由以下步骤得出:

[0030]

$$3\pi R^2 * N = 2\pi R * \frac{H}{2} * \sum_{i=0}^{N-1} \cos(\frac{120^\circ}{N} * i - 30^\circ),$$

$$H = \frac{3\pi R^2 * N}{\pi R * \sum_{i=0}^{N-1} \cos(\frac{120^\circ}{N} * i - 30^\circ)} = \frac{3R * N}{\sum_{i=0}^{N-1} \cos(\frac{120^\circ}{N} * i - 30^\circ)}, \text{ 其中: } R \text{ 表示空心柱状磁环 1 的}$$

外圆周半径, N 表示三维线圈 2 每一维绕制的匝数。

[0032] 所述的三维线圈 2 每一维绕制的匝数 $N=(1/3) * L/l$, $L=2\pi R$, L 表示空心柱状磁环 1 的外圆周周长, l 表示固定步距。

[0033] 励磁分析,励磁线在空心柱状磁环 1 的轴线平面上的投影面积的大小决定能量接受的大小:

[0034] 当磁场方向平行于磁环轴向时,绕制在磁环上的每一匝励磁线在垂直于磁场方向的投影是与磁环外圆相等的圆形,且所有匝的投影相同。

[0035] 当磁场方向垂直于磁环轴向旋转时,磁场旋转到不同的角度时,三维绕制的励磁线会出现不同程度的“抵消”的现象。这里取三维励磁线投影面积总和的最小和最大的位置进行分析,如图 2 和图 3 所示。

[0036] 在磁场旋转到图 2 中所示的角度时,线圈 c 产生的感应电动势由于自抵消而为零。

线圈 a 和 b 的总有效励磁面积最小为：

[0037]

$$S_{\min \text{有效}} = 2 * \pi R \frac{H}{2} * \sum_{i=0}^{N-1} \cos\left(\frac{120^\circ}{N} * i - 30^\circ\right),$$

[0038] 式中 R 为磁环外径, H 为磁环的轴向长度。

[0039] 在磁场方向旋转 to 图 3 中所示的角度时, 线圈 b, c 中产生的感应电动势部分被抵消, 线圈 a, b, c 的总有效励磁面积最大为：

[0040]

$$S_{\max \text{有效}} = 2\pi R * \frac{H}{2} * 2 * \sum_{i=0}^{\frac{N-1}{2}} \cos \frac{120^\circ}{N} * i,$$

[0041] 最小与最大励磁面积之比为：

[0042]

$$\varepsilon = \frac{S_{\min \text{有效}}}{S_{\max \text{有效}}} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} \cos\left(\frac{120^\circ}{N} * i - 30^\circ\right)}{2 * \sum_{i=0}^{\frac{N-1}{2}} \cos \frac{120^\circ}{N} * i},$$

[0043] 当 N 取不同值时, ε 在 85% 左右。

[0044] 实施例 2

[0045] 如图 4 所示, 本实施例为用于内窥镜系统的体内接收装置, 包括: 产生感应交流电的 LC 谐振回路 3、将感应交流电转换成直流电能的整流电路 4 以及用于直流电能的滤波、调整、稳压的稳压电路 5, 其中: LC 谐振回路 3 包括实施例 1 所述的接收线圈。

[0046] 所述的整流电路 4 和稳压电路 5 均为常规电路, 其中标记 6 为负载。

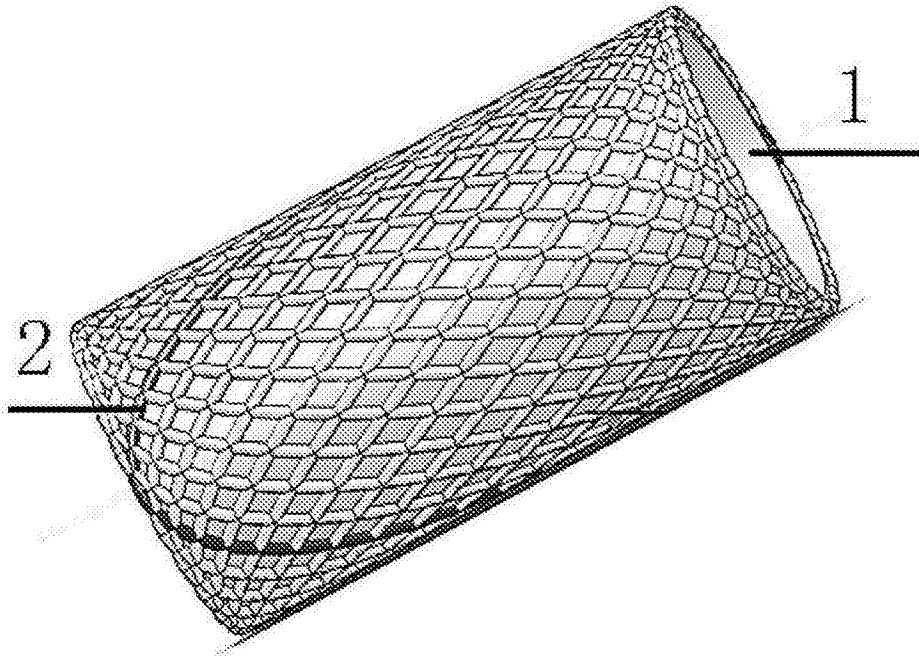


图 1

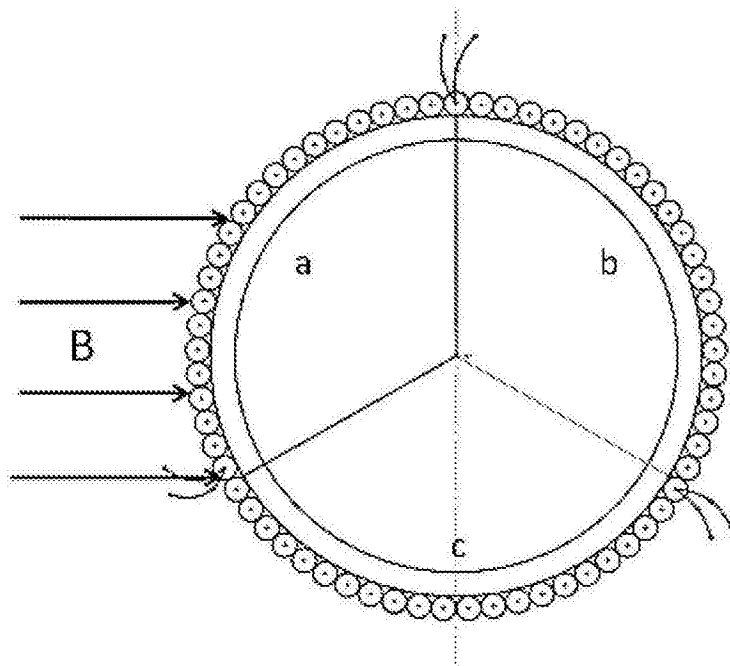


图 2

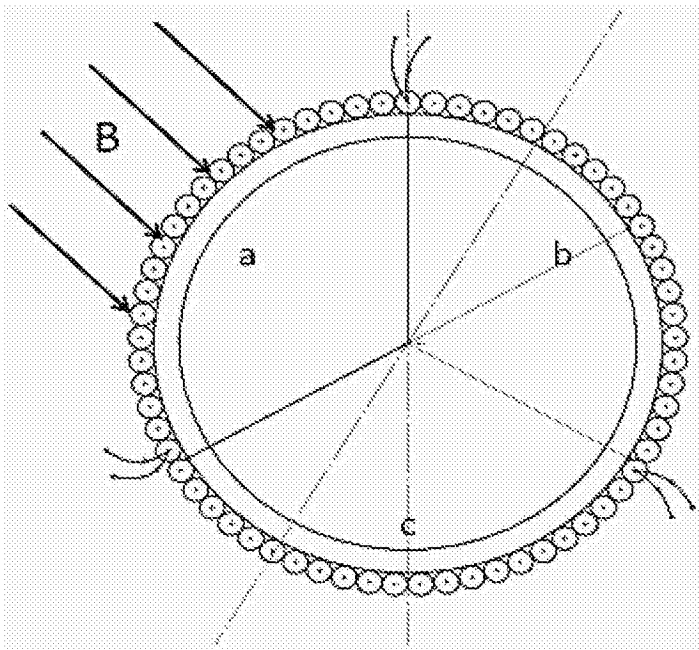


图 3

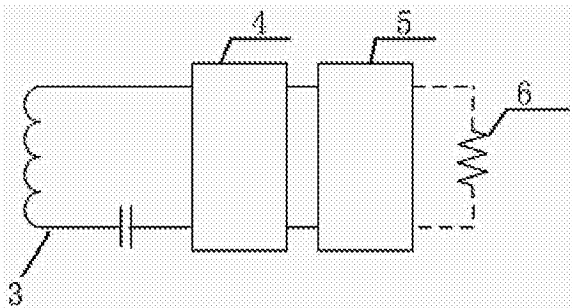


图 4

专利名称(译)	无线供能的接收线圈		
公开(公告)号	CN103325555B	公开(公告)日	2016-01-13
申请号	CN201310299281.0	申请日	2013-07-16
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	颜国正 刘刚 王志武 姜萍萍 徐文铭 朱柄全		
发明人	颜国正 刘刚 王志武 姜萍萍 徐文铭 朱柄全		
IPC分类号	H01F38/14 H02J17/00 A61B1/00 H02J50/00		
代理人(译)	王锡麟		
其他公开文献	CN103325555A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种内窥镜技术领域的无线供能的接收线圈，包括：用作磁芯的空心柱状磁环、绕制于空心柱状磁环上的三维线圈，其中：三维线圈包括若干根励磁线，每根励磁线的绕制起始点于空心柱状磁环的端面圆周上分别相隔 120° ，使得三维线圈接收三个维度的能量，每根励磁线于空心柱状磁环上的绕制形状为椭圆曲线形状。本发明的圆柱磁芯采用空心柱状磁环，可以将胶囊的电路板均置于空心磁芯中，从而有效的缩短视频图像胶囊内窥镜的长度。

